

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-072589
 (43)Date of publication of application : 04.03.2004

(51)Int.Cl. H04J 13/00
 H04L 25/49

(21)Application number : 2002-231413 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

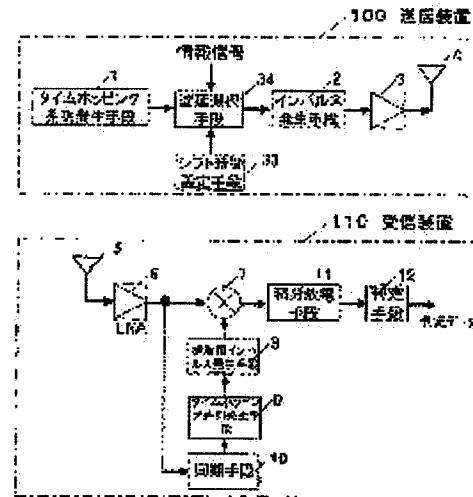
(22)Date of filing : 08.08.2002 (72)Inventor : YOMO HIDEKUNI
 KUNIEDA MASANORI
 YAMAMOTO HIROMICHI
 KAWAI KEIJI

(54) ULTRA WIDE BAND (UWB) TRANSMITTER AND ULTRA WIDE BAND (UWB) RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an inexpensive and small receiver which has high timing synchronous accuracy required of the receiver in a UWB-IR (ultra wide bandwidth-impulse radio) receiver being one of a spread spectrum system.

SOLUTION: Transmission is performed so as to make difference between an offset from timing defined by a time hopping sequence in the case that an information signal is "1" and an offset in the case that the information signal is "0" to be equal to or greater than impulse signal output time (T_i). Timing synchronous accuracy is relieved and demodulation can be performed by an inexpensive and small scale circuit by making a detection impulse signal of the receiver side to have a waveform whose signal output time is equal to or greater than T_i in accordance with the widening of offset time difference.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-72589

(P2004-72589A)

(43) 公開日 平成16年3月4日(2004.3.4)

(51) Int.Cl.⁷H04J 13/00
H04L 25/49

F I

H04J 13/00
H04L 25/49

テーマコード(参考)

Z 5KO22
C 5KO29

審査請求 未請求 請求項の数 25 O.L. (全 29 頁)

(21) 出願番号

特願2002-231413 (P2002-231413)

(22) 出願日

平成14年8月8日 (2002.8.8)

(71) 出願人

000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人

100097445

弁理士 岩橋 文雄

(74) 代理人

100103355

弁理士 坂口 智廉

(74) 代理人

100109667

弁理士 内藤 浩樹

(72) 発明者

四方 英邦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下

電器産業株式会社内

(72) 発明者

園枝 賢徳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下

電器産業株式会社内

最終頁に続く

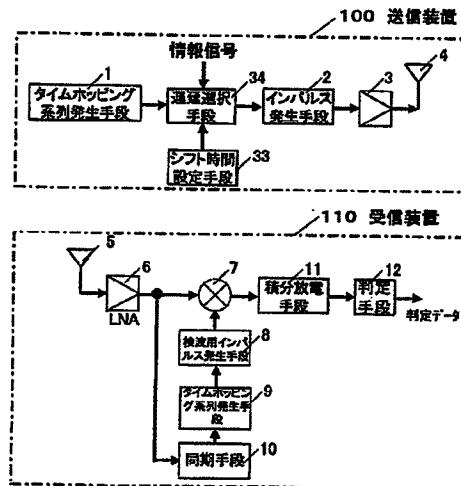
(54) 【発明の名称】超広帯域(UWB)送信装置及び超広帯域(UWB)受信装置

(57) 【要約】

【課題】スペクトル拡散システムの一つであるUWB—IR (Ultra Wide Bandwidth—Impulse Radio) 送受信装置において、受信装置に要求されるタイミング同期精度が高く、安価で小型な受信装置を実現することが困難である。

【解決手段】情報信号が“1”的場合のタイムホッピング系列によって定まるタイミングからのオフセットと、情報信号が“0”的場合のオフセットとの差がインパルス信号出力時間(T_i)以上となるように送信する。オフセット時間差を広げたことに対応し、受信装置側の検波用インパルス信号も信号出力時間が T_i 以上の波形とすることで、タイミング同期精度が緩和され安価で小規模な回路で復調できる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タイムホッピング系列を出力するタイムホッピング系列発生手段と、前記タイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とを2値の情報信号(0または1)に応じて選択的に切り替える遅延選択手段と、前記遅延選択手段の遅延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定するシフト時間設定手段と、前記遅延選択手段から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生させるインパルス発生手段と、前記インパルス信号を増幅する増幅する手段と、前記増幅手段からの信号を空中に放射するアンテナ手段とから構成される超広帯域(UWB)送信装置。

【請求項 2】

10

タイムホッピング系列を出力するタイムホッピング系列発生手段と、前記タイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とをM値の情報信号に応じて選択的に切り替える遅延選択手段と、前記遅延選択手段の遅延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定するシフト時間設定手段と、前記遅延選択手段から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生させるインパルス発生手段と、前記インパルス信号を増幅する増幅する手段と、前記増幅手段からの信号を空中に放射するアンテナ手段とから構成される超広帯域(UWB)送信装置。

【請求項 3】

20

シフト時間設定手段は、発生させるインパルス信号のオフセット時間差が1つのインパルス信号出力時間のN倍(N:2以上の整数)であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の超広帯域(UWB)送信装置。

【請求項 4】

30

シフト時間設定手段は、オフセット時間差を適応的に変化させることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の超広帯域(UWB)送信装置。

【請求項 5】

空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と受信側のタイムホッピング系列発生手段との同期を確立する同期手段と、前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号と前記検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力を前記タイムホッピング系列の周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けスレッショルド0を中心として判定し、2値の情報信号を出力する判定手段とから構成される超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項 6】

30

空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と受信側のタイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号と前記検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力を前記タイムホッピング系列の周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けM-1個のスレッショルドを基準として判定し、M値(M:2以上の整数)の情報信号を出力する判定手段とから構成される超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項 7】

40

空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信

50

号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と前記タイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記タイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて異なるN個の検波用インパルス信号を発生するN個の検波用インパルス信号発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号と前記検波用インパルス信号とをそれぞれ乗ずるN個の乗算手段と、前期N個の乗算手段出力を前記タイムホッピング系列の周期と同期して積分放電するN個の積分放電手段と、前期N個の積分放電手段からの信号を前記タイムホッピング系列の周期に同期してサンプリングするN個のサンプリング手段と、前期N個のサンプリング手段からの出力信号のうち絶対値が最も大きいプランチを判定する絶対値最大プランチ判定手段と、前期N個のサンプリング手段からの出力信号と、前期絶対値最大プランチ判定手段からの出力信号とをうけてM値の情報信号として判定データをデマッピングして出力するデマッピング手段とから構成される超広帯域(UWB)受信装置。
10

【請求項8】

検波用インパルス発生手段は、信号の出力時間が送信側の1つのインパルス信号出力時間のN倍(N:2以上の整数)であることを特徴とする請求項5乃至7のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項9】

低雑音増幅手段からの信号を2値の情報信号間のオフセット時間差分の遅延をする遅延手段と、前記遅延手段からの出力信号と前記低雑音増幅手段からの信号とを加算する加算手段とを有する請求項5乃至8のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置。
20

【請求項10】

低雑音増幅手段からの信号を情報信号間のオフセット時間差に対応した遅延時間だけ遅延させるN-1個の遅延手段と、前記N-1個の遅延手段の出力と前記低雑音増幅手段からの信号とを加算する加算手段とを有する請求項5乃至8のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項11】

検波用インパルス発生手段は、発生させるインパルス信号の出力時間を適応的に変化させることを特徴とする請求項5乃至10のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項12】

空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と前記タイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、低雑音増幅手段からの信号を情報信号間のオフセット時間差に対応した遅延時間だけ遅延させるN-1個の遅延手段と、前記N-1個の遅延手段の出力から前記オフセット時間差を適応的に変化させることに対応して加算する前記N-1個の遅延手段の出力の個数を選択するプランチ選択手段と、前記プランチ選択手段において選択された前記N-1個の遅延手段の出力と前記低雑音増幅手段からの信号とを加算する加算手段と、前記加算手段からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力をタイムホッピング周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けスレッショルド0を中心として判定し、2値の情報信号を出力する判定手段とから構成される超広帯域(UWB)受信装置。
30
40

【請求項13】

さらに、伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段を有し、前記マルチパス推定手段からの出力に応じてオフセット時間差を適応的に変化させる請求項11または12に記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項14】

さらに、伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段を有し、プランチ選択手段は前記マルチパス推定手段からの出力に応じて前記遅延手段の出力の個数を選択する請求項12記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項15】

空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と前記タイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段と、低雑音増幅手段からの信号を前記推定したマルチパス波の時間的位置が情報信号と重ならないように遅延時間を設定したN-1個の遅延手段と、前記マルチパス推定手段で推定したマルチパス波の時間的位置から前記N-1個の遅延手段の出力を選択するプランチ選択手段と、前記プランチ選択手段からの選択された前記N-1個の遅延手段の出力と前記低雑音増幅手段からの信号とを加算する加算手段と、前記加算手段からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力をタイムホッピング周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けスレッシュホールド0を中心として判定し、情報信号を出力する判定手段とから構成される超広帯域(UWB)受信装置。

10

20

【請求項16】

請求項1乃至4のいずれかに記載の超広帯域(UWB)送信装置と、請求項5乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置とから構成される超広帯域(UWB)送受信装置。

【請求項17】

マルチパス推定手段のマルチパス波の推定結果出力を送信装置に通知する請求項13乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項18】

請求項1乃至4のいずれかに記載の超広帯域(UWB)送信装置において、タイムホッピング系列によって定まるタイミングからのオフセット時間が情報信号を誤り訂正符号化した信号によって定められる超広帯域(UWB)送信装置。

30

【請求項19】

誤り訂正符号化は、畳み込み符号化を用いる請求項18記載の超広帯域(UWB)送信装置。

【請求項20】

請求項19記載の超広帯域(UWB)送信装置から送信された畳み込み符号化した信号を、前記積分手段からの積分放電出力を軟判定ビタビ復号する軟判定ビタビ復号手段を設けた請求項5乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項21】

誤り訂正符号化は、ターボ符号化を用いる請求項18記載の超広帯域(UWB)送信装置。

40

【請求項22】

請求項21記載の超広帯域(UWB)送信装置から送信されたターボ符号化した信号を、前記積分手段からの積分放電出力をターボ復号するターボ復号手段を設けた請求項5乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置。

【請求項23】

請求項1乃至4のいずれかに記載の超広帯域(UWB)送信装置において、タイムホッピング系列の周期よりも情報信号の繰り返し周期を適応的に短くする超広帯域(UWB)送信装置。

【請求項24】

50

請求項 2 3 記載の超広帯域 (UWB) 送信装置から送信される情報信号の繰り返し周期と同期して動作する積分放電手段を有する請求項 5 乃至 15 のいずれかに記載の超広帯域 (UWB) 受信装置。

【請求項 25】

積分放電出力を A/D 変換した信号を復号化する請求項 20、22、24 のいずれかに記載の超広帯域 (UWB) 受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

インパルス状の超広帯域信号を用いて通信する装置にあって、マルチパス干渉や受信装置のタイミングジッタに対する耐性を強化するための超広帯域 (UWB) 送信装置及び超広帯 (UWB) 域受信装置に関する。 10

【0002】

【従来の技術】

従来、インパルス状の超広帯域信号を用いて通信する装置としては (社) 電子情報通信学会技術研究報告 SST 2001-63 (2002年) に UWB - I R の原理として記載されているような構成が既知であった。 UWB は、既存の無線技術と異なり、搬送波 (キャリア) を使わずに、ナノ秒程度の時間のパルスを送信することでデータを送る技術である。非常に広い帯域 (たとえば 1.5 GHz 以上、あるいは中心周波数から 25% 以上の帯域) にわたって、ノイズ以下の低い送信出力の信号を送るのが特徴。きわめて高い精度で物体や人の位置を特定できることから、これまで軍事用レーダーや災害時の人命捜索などの用途で部分的に利用してきた。これらの用途での利用は、米当局が免許を付与することで限定的に利用されるにとどまっていたが、2002年2月14日に米連邦通信委員会 (FCC) が技術の商業利用を承認した。 UWB を情報伝送に用いる方式としてはパルス位置変調と、 Bi-Phase 変調等が提案されている。 20

【0003】

図 27 に示すように従来のパルス位置変調方式の超広帯域 (UWB) 送受信装置は、タイムホッピング系列を出力するタイムホッピング系列発生手段 1 と、2 値の情報信号 (0 または 1) に応じてタイムホッピング系列信号を遅延させる遅延選択手段 3 と、遅延選択手段からの出力信号のタイミングでインパルス信号を発生させるインパルス発生手段 2 と、前記インパルス信号を増幅する増幅手段 3 と、前記増幅手段 3 からの信号を空中に放射するアンテナ手段 4 とから構成される送信装置 100 と、空中に放射された UWB 信号を給電するアンテナ手段 5 と、前記アンテナ手段 5 からの出力信号を低雑音増幅する低雑音 (LNA) 手段 6 と、前記低雑音増幅手段 6 からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段 7 と、タイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて前記検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段 10 と、前記タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段 9 と、送信側のタイムホッピング系列と前記タイムホッピング系列との同期を確立する同期手段 10 と、前期乗算手段 7 の出力をタイムホッピング周期と同期して積分放電する積分放電手段 11 と、積分放電手段 11 からの信号を受けスレッショルド 0 を中心として判定する判定手段 12 とを含む受信装置 40 とから構成される超広帯域 (UWB) 送受信装置である。 40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

すなわち、図 27 に示されるような構成された超広帯域 (UWB) 送受信装置において、タイムホッピング信号からのオフセット時間は情報信号が “1” の場合に 0 とし、情報信号が “0” の場合にはインパルス信号出力時間分だけシフトしている。ここで、インパルス信号出力時間とは図 2 における T_i としている。これは受信装置側における検波用インパルス信号 (相関波形) が図 3 に示されるように、基本的には T_i の 2 倍の時間における相関演算を行うことを前提に設計されているためである。このように情報信号が “1” の場合と “0” の場合とのオフセット時間差がインパルス信号出力時間 (T_i) しかないと 50

、受信装置においてタイミングジッタが生じた場合、オフセット時間差が小さいと相關波形と受信信号との相關演算タイミングがずれた時の影響が大きく、判定誤りの確率が高くなってしまう。この影響をなくすためにタイミングジッタの小さなUWB送受信装置を実現しようとすると高価で大型になってしまいうという課題を有していた。

[0005]

本発明は以上のような問題を解決し、マルチバス干渉やタイミングジッタの影響を小さくして高性能な超広帯域（UWB）送受信装置を実現することを目的としている。

[0006]

【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために本発明は、図4のように情報信号が“1”的場合と“0”的場合とのオフセット時間差をインパルス信号出力時間(T_i)以上とし、マルチパス波の影響を軽減したり、タイミングジッタの影響を小さくする。オフセット時間差を広げたことに対応し、受信装置側の検波用インパルス信号(相關波形)は図4のように信号出力時間が T_i 以上の波形とする。

[0007]

さらに、このように単に信号出力時間を長くしただけでは、受信信号が存在しないと想定される区間においても相関演算が行われるため熱雑音等の影響を受けやすく、判定誤りの確率が高くなってしまうため、図14のように低雑音増幅装置からの出力を分岐し、一方の出力にのみ遅延手段を設けてそれぞれの出力を加算し、加算結果との相関演算を行うような構成とする。このような構成とすることで、相関演算区間では必ず受信信号が存在することとなり、熱雑音等の影響を受けにくくすることができる。

[0008]

また、マルチパス波が存在する場合にはマルチパス波の信号電力も加算することができ、性能劣化を抑制することが可能となる。

[0 0 0 9]

【発明の実施の形態】

【発明の文】 本発明の請求項1に記載の発明は、タイムホッピング系列を出力するタイムホッピング系列発生手段と、前記タイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とを2種の情報信号(0または1)に応じて選択的に切り替える遅延選択手段とする、前記遅延選択手段の遅延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定するシフト時間設定手段と、前記遅延選択手段から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生させるインパルス発生手段と、前記インパルス信号を増幅する増幅手段と、前記増幅手段からの信号を空中に放射するアンテナ手段とから構成したもので、情報信号によって定まるオフセット時間間隔を1つのインパルス信号出力時間以上となるように任意に設定することができ、タイミングジッタの影響を相対的に小さくすることができ、小型で安価なUWB送信装置を実現できるという作用を有する。

[0 0 1 0]

請求項2に記載の発明は、タイムホッピング系列を出力するタイムホッピング系列発生子段と、前記タイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とをM値の情報信号に応じて選択的に切り替える遅延選択手段と、前記遅延選択手段と延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定するシフト時間設定手段と、前記遅延選択手段から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生させるインパルス発生手段と、前記インパルス信号を增幅する増幅する手段と、前記増幅手段からの信号を空中に放射するアンテナ手段とから構成したもので、M値の情報信号によって定まるオフセット時間間隔を1つのインパルス信号出力時間以上となるように任意に設定することができ、タイミングジッタの影響が大きくなる多値の情報信号を伝送する場合に、この影響を緩和することができ、高性能なUWB送信装置を実現できるという作用を有する。

[0 0 1 1]

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 記載の超広帯域送信装置において、シフト時間設定手段は、発生させるインパルス信号のオフセット時間差が 1 つのインパルス

10

20

30

40

信号出力時間のN倍（N：2以上の整数）であることを特徴とするもので、情報信号によって定まるオフセット時間間隔が1つのインパルス信号出力時間の整数倍であるため、デジタル的な処理等が容易となり、UWB送信装置の低消費電力化につながるという作用を有する。

【0012】

請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載の超広帯域送信装置において、シフト時間設定手段は、オフセット時間差を適応的に変化させることを特徴とするもので、オフセット時間間隔が適応的に制御されるため、受信側におけるマルチバス波等による受信品質の劣化を低減することが可能となり、高品質なUWB伝送が可能となるという作用を有する。

10

【0013】

請求項5に記載の発明は、空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と受信側のタイムホッピング系列発生手段との同期を確立する同期手段と、前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号と前記検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力を前記タイムホッピング系列の周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けスレッショルド0を中心として判定し、2値の情報信号を出力する判定手段とから構成されるもので、送信側と受信側におけるそれぞれのクロックのタイミングジッタの影響を緩和することができ、安価なクロックを採用したUWB受信装置の実現が可能となるという作用を有する。

20

【0014】

請求項6に記載の発明は、空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と受信側のタイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号と前記検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力を前記タイムホッピング系列の周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けM-1個のスレッショルドを基準として判定し、M値（M：2以上の整数）の情報信号を出力する判定手段とから構成されるもので、タイミングジッタの影響が大きくなる多値の情報信号を受信する場合に、この影響を緩和することができ、安価なクロックを採用しても高品質なUWB受信装置の実現が可能となるという作用を有する。

30

【0015】

請求項7に記載の発明は、空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と前記タイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記タイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて異なるN個の検波用インパルス信号を発生するN個の検波用インパルス信号発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号と前記検波用インパルス信号とをそれぞれ乗ずるN個の乗算手段と、前期N個の乗算手段出力を前記タイムホッピング系列の周期と同期して積分放電するN個の積分放電手段と、前期N個の積分放電手段からの信号を前記タイムホッピング系列の周期に同期してサンプリングするN個のサンプリング手段と、前期N個のサンプリング手段からの出力信号のうち絶対値が最も大きいプランチを判定する絶対値最大プランチ判定手段と、前期N個の

40

50

サンプリング手段からの出力信号と、前期絶対値最大ブランチ判定手段からの出力信号とをうけてM値の情報信号として判定データをデマッピングして出力するデマッピング手段とから構成されるもので、多値の情報信号を受信する場合に、受信性能に大きな影響を与える閾値設定の必要がないためUWB多値信号の伝送を高性能に実現することが可能となるという作用を有する。

【0016】

請求項8に記載の発明は、請求項5乃至7のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、検波用インパルス発生手段は、信号の出力時間が送信側の1つのインパルス信号出力時間のN倍(N:2以上の整数)であることを特徴とするもので、検波用インパルス信号の出力時間が整数倍に限定されているため、設計が容易となり従来のUWB受信装置の設計ノウハウが利用可能であり、高品質なUWB受信装置の実現が可能となるという作用を有する。

10

【0017】

請求項9に記載の発明は、請求項5乃至8のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、低雑音増幅手段からの信号を2値の情報信号間のオフセット時間差分の遅延をする遅延手段と、前記遅延手段からの出力信号と前記低雑音増幅手段からの信号とを加算する加算手段とを有するもので、積分区間において信号の存在しない区間をなくすことで相関演算における熱雑音等の影響を削減することが可能となり、より高性能なUWB受信装置を実現できるという作用を有する。

20

【0018】

請求項10に記載の発明は、請求項5乃至8のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、低雑音増幅手段からの信号を情報信号間のオフセット時間差に対応した遅延時間だけ遅延させるN-1個の遅延手段と、前記N-1個の遅延手段の出力と前記低雑音増幅手段からの信号とを加算する加算手段とを有するもので、2値の場合よりも高性能な受信が要求される多値伝送の場合においても積分区間における信号の存在しない区間をなくし熱雑音の影響を小さくすることができ、性能の高い良好な通信が可能となるという作用を有する。

30

【0019】

請求項11に記載の発明は、請求項5乃至10のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、検波用インパルス発生手段は、発生させるインパルス信号の出力時間を適応的に変化させることを特徴とするもので、受信側におけるマルチパス波等による受信品質の劣化を低減する等の目的のために、送信側でオフセット時間間隔が適応的に制御される場合においても、受信側における検波用インパルス信号を送信側と整合させることができ、劣悪な電波伝搬環境においても高品質なUWB伝送が可能となるという作用を有する。

30

【0020】

請求項12に記載の発明は、空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雑音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と前記タイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、低雑音増幅手段からの信号を情報信号間のオフセット時間差に対応した遅延時間だけ遅延させるN-1個の遅延手段と、前記N-1個の遅延手段の出力から前記オフセット時間差を適応的に変化させたことに対応して加算する前記N-1個の遅延手段の出力の個数を選択するブランチ選択手段と、前記ブランチ選択手段において選択された前記N-1個の遅延手段の出力と前記低雑音増幅手段からの信号とを加算する加算手段と、前記加算手段からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力をタイムホッピング周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けスレッショルド0を中心として判定

40

50

し、2値の情報信号を出力する判定手段とから構成されるもので、タイミングジッタなどによる同期精度劣化の許容度を拡大することが出来るうえ、簡易な構成で実現が可能となり、安価で小型なUWB受信装置を実現できるという作用を有する。

【0021】

請求項13に記載の発明は、請求項11または12に記載の超広帯域(UWB)受信装置において、さらに、伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段を有し、前記マルチパス推定手段からの出力に応じてオフセット時間差を適応的に変化させるもので、受信側におけるマルチパス波等による受信品質の劣化を最小限にするため、マルチパス波の存在しない時間にオフセット時間間隔を設定するよう制御しているため、タイミングジッタなどによる同期精度劣化の許容度をマルチパス環境下においても適応的に低減でき、品質の高いUWB伝送が可能となるという作用を有する。 10

【0022】

請求項14に記載の発明は、請求項12記載の超広帯域(UWB)受信装置において、さらに、伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段を有し、ブランチ選択手段は前記マルチパス推定手段からの出力に応じて前記遅延手段の出力の個数を選択するもので、マルチパス波等の影響を低減するために適応的に制御されたオフセット時間間隔に対応して、相關演算を行う積分区間内における熱雜音の影響を最小限にすることが容易にできる構成となっており、小型で高性能なUWB受信装置の実現が可能となるという作用を有する。

【0023】

請求項15に記載の発明は、空中に放射されたUWB信号を給電するアンテナ手段と、前記アンテナ手段からの出力信号を低雜音増幅する低雜音増幅手段と、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段と、前記低雜音増幅手段からの信号から送信側のタイムホッピング系列と前記タイムホッピング系列との同期を確立する同期手段と、前記同期手段により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生させる検波用インパルス信号発生手段と、伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段と、低雜音増幅手段からの信号を前記推定したマルチパス波の時間的位置が情報信号と重ならないように遅延時間を設定したN-1個の遅延手段と、前記マルチパス推定手段で推定したマルチパス波の時間的位置から前記N-1個の遅延手段の出力を選択するブランチ選択手段と、前記ブランチ選択手段からの選択された前記N-1個の遅延手段の出力と前記低雜音増幅手段からの信号とを加算する加算手段と、前記加算手段からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段と、前期乗算手段出力をタイムホッピング周期と同期して積分放電する積分放電手段と、積分放電手段からの信号を受けスレッショルド0を中心として判定し、情報信号を出力する判定手段とから構成されるもので、マルチパス波の影響を低減するために適応的に制御されたオフセット時間間隔に対応すると同時に、マルチパス波が存在する時間の受信信号は相關演算に用いないような構成としているため、マルチパス波による劣化も削減することが可能となり、高品質な伝送が可能となるという作用を有する。 30

【0024】

請求項16に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の超広帯域(UWB)送信装置と、請求項5乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置とから構成されるもので、タイミングジッタなどの影響を小さくでき、安価なデバイスを使用したUWB送受信装置の実現が可能となり、伝送に必要なビット単価を低下できるという作用を有する。

【0025】

請求項17に記載の発明は、請求項13乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、マルチパス推定手段のマルチパス波の推定結果出力を送信装置に通知するもので、タイミングジッタの影響を小さくできると同時に、マルチパス波の影響も緩和することのできるUWB送受信装置の実現が可能となり、マルチパス波の影響が無視で 50

きない劣悪な電波伝搬環境においても高速な伝送が可能となるという作用を有する。

【0026】

請求項18に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の超広帯域(UWB)送信装置において、タイムホッピング系列によって定まるタイミングからのオフセット時間が情報信号を誤り訂正符号化した信号によって定められるものであり、誤り訂正符号化によって周波数利用効率は低下するものの、誤りによる再送等を含めたシステム全体のスループットは向上し、有限な周波数資源を有效地に使用することが可能となるという作用を有する。

【0027】

請求項19に記載の発明は、請求項18記載の超広帯域(UWB)送信装置において、誤り訂正符号化は、畳み込み符号化を用いるものであり、畳み込み符号化を用いて送信することにより誤り率の小さい復号が可能となり、高性能な通信が可能となるという作用を有する。

10

【0028】

請求項20に記載の発明は、請求項5乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、請求項19記載の超広帯域(UWB)送信装置から送信された畳み込み符号化した信号を、前記積分手段からの積分放電出力を軟判定ビタビ復号する軟判定ビタビ復号手段を設けたもので、ビタビ復号することにより誤り率の小さい復号が可能となり、高性能な通信が可能となるという作用を有する。

20

【0029】

請求項21に記載の発明は、請求項18記載の超広帯域(UWB)送信装置において、誤り訂正符号化は、ターボ符号化を用いるもので、ターボ符号化を用いて送信することにより誤り率の小さい復号が可能となり、高性能な通信が可能となるという作用を有する。

30

【0030】

請求項22に記載の発明は、請求項5乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、請求項21記載の超広帯域(UWB)送信装置から送信されたターボ符号化した信号を、前記積分手段からの積分放電出力をターボ復号するターボ復号手段を設けたもので、回路規模が増大し、復号までの遅延時間が大きくなるものの、軟判定ビタビ復号よりもさらに誤り率の小さい復号が可能となり、高性能な通信が可能となるという作用を有する。

40

【0031】

請求項23に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の超広帯域(UWB)送信装置において、タイムホッピング系列の周期よりも情報信号の繰り返し周期を適応的に短くするもので、伝搬路状態が良好な場合には情報信号の繰り返し周期を短くすることで拡散による直交性が低下し干渉信号や熱雑音に対する耐性が小さくなる一方で、高速伝送速度で通信が可能となるという作用を有する。

【0032】

請求項24に記載の発明は、請求項5乃至15のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、請求項23記載の超広帯域(UWB)送信装置から送信される情報信号の繰り返し周期と同期して動作する積分放電手段を有するもので、伝搬路状態が良好な場合には情報信号の繰り返し周期を短くすることで拡散による直交性が低下し干渉信号や熱雑音に対する耐性が小さくなる一方で、高速伝送速度で通信が可能となるという作用を有する。

50

【0033】

請求項25に記載の発明は、請求項20、22、24のいずれかに記載の超広帯域(UWB)受信装置において、積分放電出力をA/D変換した信号を復号化するもので、誤り訂正復号する場合の信号処理にデジタル信号処理が適用でき、小型で高性能な通信装置の実現が可能となるという作用を有する。

【0034】

以下、本発明の実施の形態について、図1～図26を用いて説明する。

50

【0035】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における超広帯域(UWB)送受信装置のブロック構成図を示す。

【0036】

本装置は送信すべき2値の情報信号を変調する変調部と、変調信号を送信する送信アンテナと、空中に放射された信号を受信する受信アンテナと、受信アンテナ出力信号を復調する復調部などから構成される。

【0037】

図1において、本発明の超広帯域(UWB)送受信装置は、タイムホッピング系列を出力するタイムホッピング系列発生手段1、前記タイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とを2値の情報信号(0または1)に応じて選択的に切り替える遅延選択手段34、遅延選択手段34の遅延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定するシフト時間設定手段33、遅延選択手段34から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生するインパルス発生手段2、前記インパルス信号を増幅する電力増幅手段3、増幅した信号を空中に放射する送信アンテナ4から構成される送信装置と、空中に放射されたUWB信号を給電する受信アンテナ5、受信アンテナ5からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段6、低雑音増幅手段6からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段7、同期手段10により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生するインパルス発生手段8、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段9、送信側との同期を確立する同期手段10、乗算手段7の出力をタイムホッピング系列の周期と同期して積分放電する積分放電手段11、積分放電手段11からの信号を受けスレッショルド0を中心として判定し、2値の情報信号を出力する判定手段12等から構成される受信装置とから成る。

10

20

30

【0038】

UWB送受信装置はタイムホッピング系列で定まる出力タイミングを情報信号に対応してオフセットさせ、そのタイミングでインパルス信号を発生させて送信アンテナによって空中に放射し、受信アンテナによって受信したインパルス信号を増幅した後に、相関検出することで受信信号の判定を行う。

【0039】

上記のように構成された超広帯域(UWB)送受信装置の動作について説明する。

【0040】

送信装置100の動作について説明する。

【0041】

タイムホッピング系列発生手段1は、タイムホッピング系列信号を発生させ出力する。遅延選択手段34は、タイムホッピング系列発生手段1からのタイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とを2値の情報信号(0または1)に応じて選択的に切り替えて出力する。シフト時間設定手段33は、遅延選択手段34の遅延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定する。インパルス発生手段2は、遅延選択手段34から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生させる。増幅手段3は、インパルス発生手段2で発生したインパルス信号を増幅し、アンテナ手段4により空中に放射する。

40

【0042】

次に、受信装置110の動作について説明する。アンテナ手段5により空中に放射されたUWB信号を給電する。低雑音増幅(LNA)手段6は、アンテナ手段5からの出力信号を低雑音増幅する。

【0043】

タイムホッピング系列発生手段9は、タイムホッピング系列信号を発生し、出力する。同

50

期手段 10 は、低雑音増幅手段 6 からの信号から送信側のタイムホッピング系列と受信側のタイムホッピング系列発生手段 9 との同期を確立する。検波用インパルス信号発生手段 8 は、同期手段 10 により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での 1 つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間有する検波用インパルス信号を発生させる。

【0044】

乗算手段 7 は、低雑音増幅手段 6 からの信号と検波用インパルス信号発生手段 8 からの検波用インパルス信号とを乗算する。積分放電手段 11 は、乗算手段 7 からの出力をタイムホッピング周期と同期して積分放電する。判定手段 12 は、積分放電手段 11 からの信号を受けスレッショルド 0 を中心として判定し、2 値の情報信号を出力する。

10

【0045】

次に、本実施の形態 1 の送信装置 100 のインパルス発生手段 2 におけるインパルス信号のオフセット時間について詳細に説明する。

【0046】

P N 系列などのランダム系列であるタイムホッピング系列を発生させるタイムホッピング系列発生手段 1 からの信号に基づくタイミングでインパルス信号 501 を発生させる。ここで、遅延選択手段 34 において、“0” または “1” の情報信号によって前記インパルス信号の発生タイミングをシフトさせる。例えば、情報信号が “1” の場合にはタイムホッピング系列によって定まるタイミングで（オフセットさせずに）インパルス信号 502 を発生させ、情報信号が “0” の場合にはタイムホッピング系列によって定まるタイミングからオフセット 504（遅延）させたタイミングでインパルス信号 503 を発生させる（図 5 参照）。

20

【0047】

以上のように、従来の技術で前述したように図 5 に示されるオフセット時間差として、インパルス発生時間である T_i と同じとした場合には従来と同様の効果しか得られないが、本発明のようにシフト時間設定手段 33 によってオフセット時間差を T_i 以上とすれば、受信装置 110 における同期手段 10 でのタイミングジッタに対する耐性が高まり好適である。例えば、オフセット時間差を $(T_i + T_\delta) / 604$ とした場合（図 6 参照）、受信装置 110 のインパルス発生手段 8 におけるインパルス信号の波形を図 4 に示すように時間方向に拡大すれば、受信装置 110 の乗算手段 7 における受信信号 701 とインパルス信号 702・703 及び $T_\delta / 704$ の関係が図 7 に示されるようになり、タイミングジッタに対する耐性が高まる。これは、タイミングジッタにより受信側のインパルス信号の発生タイミングが $T_\delta / 2$ ずれてしまった場合にも、相関演算（乗算と積分放電）結果が同じとなるためである。すなわち、受信側のインパルス信号の発生タイミングがずれた場合にも $T_\delta / 2$ 以下のタイミングずれは許容されることになる。

30

【0048】

オフセット時間差 $(T_i + T_\delta)$ の T_δ の上限は、タイムホッピング系列の最短ホッピング時間を T_m とした場合、 $(T_m - T_i)$ となる。この上限以上にすると、 T_δ による時間シフトなのか、タイムホッピングによる時間シフトなのかの区別がつかなくなるためである。従って、 T_δ の設定範囲は、 $0 < T_\delta < (T_m - T_i)$ であり、熱雑音等の影響を考慮すれば、より好ましくは $0 < T_\delta < (T_m / 2)$ 程度とするのが妥当である。

40

【0049】

なお、上記説明では、オフセット時間差を $(T_i + T_\delta)$ と説明したが、オフセット時間差 $T_i + T_\delta$ のうち、 $T_\delta = N T_i$ (N : 1 以上の整数) とすることによりオフセット時間差 T_i の整数倍となるため、インパルス発生手段の構成が容易で実現し易くなる。

【0050】

また、後述するように受信装置側に遅延手段を設けるなどして性能を向上させる場合にも T_i の整数倍の遅延時間を実現すればよいため簡易となり好適である。

【0051】

（実施の形態 2）

50

図8は、本発明の実施の形態2におけるUWB送受信装置のブロック構成図を示す。

【0052】

本装置は多値伝送を可能にする構成であり、多値の情報信号を変調する変調部と、変調信号を送信する送信アンテナと、空中に放射された信号を受信する受信アンテナと、受信アンテナ出力信号を多値伝送に対応して復調する復調部などから構成される。

【0053】

図8において、本発明のUWB送受信装置は、タイムホッピング系列を出力するタイムホッピング系列発生手段1、シリアルに入力される情報信号をシリアル/パラレル変換するシリアル/パラレル(S/P)変換手段15、前記タイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とをM値の情報信号に応じて選択的に切り替える遅延選択手段34、遅延選択手段34の遅延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定するシフト時間設定手段33、遅延選択手段34から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生するインパルス発生手段2、前記インパルス信号を増幅する電力増幅手段3、増幅した信号を空中に放射する送信アンテナ4から構成される送信装置100と、空中に放射されたUWB信号を給電する受信アンテナ5、受信アンテナ5からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段6、低雑音増幅手段6からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段7、同期手段10により同期確立されたタイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて送信側での1つのインパルス信号出力時間よりも長い出力時間を有する検波用インパルス信号を発生する検波用インパルス発生手段8、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段9、送信側との同期を確立する同期手段10、乗算手段7の出力をタイムホッピング系列の周期と同期して積分放電する積分放電手段11、受信平均電力に応じて閾値を制御する閾値設定手段13、閾値設定手段13で設定された閾値を基準としてM値信号を判定し、M値の情報信号を出力するM値判定手段14等から構成される受信装置110とから成る。

10

20

20

【0054】

本実施の形態2では、多値伝送UWB送受信装置の1実施の形態を示すものであり、実施の形態1とは多値で伝送する点が異なり、2値の場合よりも効率的に無線伝送することが可能となる。実施の形態1と異なる点を中心に説明する。

【0055】

以下のその動作について説明する。

30

【0056】

送信する情報信号は、S/P変換手段15においてパラレルに変換される。タイムホッピング系列発生手段1は、タイムホッピング系列信号を発生させ出力する。遅延選択手段34は、タイムホッピング系列発生手段1からのタイムホッピング系列信号をそのまま出力する場合と遅延させて出力する場合とをM値の情報信号に応じて選択的に切り替える。シフト時間設定手段33は、遅延選択手段34の遅延時間が1つのインパルス信号出力時間以上となるように設定する。インパルス発生手段2は、遅延選択手段34から出力される信号タイミングでインパルス信号を発生させる。

【0057】

例えば、4値(2ビット)伝送の場合には直列信号である情報信号をS/P変換手段15により2ビットのパラレル信号に変換し、変換されたパラレル信号は{00}、{01}、{10}、{11}のいずれかであり、従来例におけるオフセット時間は{00}の場合は0、{01}の場合は T_i 、{10}の場合は $2T_i$ 、{11}の場合は $3T_i$ としていた。本発明では前述のオフセット時間は{00}の場合は0、{01}の場合は $T_i + T\delta$ 、{10}の場合は $2(T_i + T\delta)$ 、{11}の場合は $3(T_i + T\delta)$ としてインパルス信号を発生させ、送信するものである。

40

【0058】

これに対応する受信装置110の検波用インパルス発生手段8における検波用インパルス信号の波形の例としては図9に示すものが考えられる。図9に示すような波形を採用し、それぞれのタイミング毎に振幅を-B、+A、-A、+Bとすることで、これら異なる振

50

幅を乗じた信号に対する積分放電結果も熱雑音がなければ4値のうちのいずれかになる。よって、閾値設定手段13においてこの4値の中間の値を閾値として設定し、設定した閾値を基準として後段のM値判定手段14で判定する。判定結果としては{00}、{01}、{10}、{11}のうちのいずれかが出力される。

【0059】

ここで、送信装置100と受信装置110の距離の違い等により受信信号電力が異なるため、この閾値を適切に制御する必要があり、これを閾値設定手段13で制御することとなる。具体的には、例えば既知のパイロット信号や同期信号などを送信しておき、これらを受信した場合の受信信号電力から閾値を設定する。なお、インパルス発生手段8におけるインパルス信号波形の振幅は信号間距離が最大となるよう、 $B = A / 2$ とすると好適である。

10

【0060】

以上のようにすることで、多値伝送の場合においても実施の形態1と同様に受信装置110の検波用インパルス発生手段8における検波用インパルス信号の波形を図10に示すように時間方向に拡大すれば、受信装置110の乗算手段7における受信信号1106～1109とインパルス信号1101～1104の関係が図11に示されるようになり、タイミングジッタ($T\delta$)1105に対する耐性が高まる。

【0061】

なお、オフセット時間差 $T_i + T\delta$ のうち、 $T\delta = NT_i$ (N:1以上の整数)となるように制限を与えることにより、従来技術において実施していたオフセット時間差 T_i の整数倍となるため、インパルス発生手段の構成が容易で実現しやすい。また、後述するように受信装置側に遅延手段を設けるなどして性能を向上させる場合にも T_i の整数倍の遅延時間を実現すればよいため簡易となり好適である。多値伝送ではシステムにより高精度なタイミング同期精度が要求されるが、本構成を用いれば要求されるタイミング同期精度を緩和することが容易にでき、好適である。

20

【0062】

(実施の形態3)

図12は、本発明の実施の形態3におけるUWB受信装置のブロック構成図を示す。

【0063】

図12において、空中に放射されたUWB信号を給電する受信アンテナ5、受信アンテナ5からの出力信号を低雑音増幅する低雑音増幅手段6、低雑音増幅手段6からの信号と検波用インパルス信号とを乗ずる乗算手段7、タイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて第一の検波用インパルス信号を発生する検波用インパルス発生手段(#1)8a、タイムホッピング系列によって定まるタイミングにおいて第二の検波用インパルス信号を発生する検波用インパルス発生手段(#2)8b、送信側との同期を確立する同期手段10、タイムホッピング系列を発生するタイムホッピング系列発生手段9、乗算手段7の出力をタイムホッピング周期と同期して積分放電する積分放電手段11、積分放電手段11の出力をタイムホッピング周期と同期してサンプリングするサンプリング手段16、サンプリング手段16からの複数の出力で絶対値が最大となるプランチを判定する絶対値最大プランチ判定手段17、判定したプランチに対応する信号を出力するデマッピング手段18等から構成される受信装置110である。

30

40

【0064】

図12に示すような受信装置110の構成とすれば、受信性能に大きな影響を与える閾値設定の必要がないため好適である。図12は、4値伝送の場合を示しているが、より多値の伝送を行う場合には検波用インパルス発生手段8を#3、#4、…と増やし、後段の積分放電手段11やサンプリング手段16もこれに対応して増やせばよい。

【0065】

実施の形態3は、実施の形態2とは多値化への対応を振幅方向ではなく、時間方向で対応とした構成が異なり、実施の形態2と異なる点を中心に説明する。

【0066】

50

図13に検波用インパルス発生手段#1(10a)における検波用インパルス信号および、検波用インパルス発生手段#2(10b)における検波用インパルス信号を示している。

【0067】

このような検波用インパルス信号をそれぞれの乗算手段7a、7bで別々に乗算し、後段の積分放電手段11a、11bで積分することで、2値伝送の場合と同様の結果が得られる。そして、サンプリング手段16a、16bにおいてタイムホッピング系列の周期毎にサンプルし、デマッピング手段18a、18bにおいてデマッピングする。

【0068】

サンプリング結果の絶対値が最大となるサンプリング結果に対応してデマッピングするよう、絶対値が最大となるプランチを判定する最大値判定手段17を構成しておく。

【0069】

このように構成することで、最も確からしいタイミングで受信された信号の相関結果の最大値が選択され、その相関結果が正であるか負であるかということと、どのプランチからの出力であるかということに応じてデマッピングされる。

【0070】

例えば、送信装置におけるタイムホッピング系列によって定まるタイミングからのオフセット時間を{00}の場合は0、{01}の場合は $T_i + T_\delta$ 、{10}の場合は2($T_i + T_\delta$)、{11}の場合は3($T_i + T_\delta$)とした場合、図12において上側(インパルス発生#1側)のプランチの方の相関結果の絶対値が大きく、相関結果が正である場合には{01}がデマッピングされ、相関結果が負の場合には{10}がデマッピングされる。一方で、下側(インパルス発生#2側)のプランチの方の相関結果の絶対値が大きく、相関結果が正である場合には{11}が、負である場合には{00}がデマッピングされる。

20

【0071】

以上のように、受信側において相関演算手段を並列に構成しておくことにより、受信性能に大きな影響を与える閾値設定の必要がないためUWB多値信号の伝送を高性能に実現することが可能となるという効果がある。

【0072】

なお、オフセット時間差 $T_i + T_\delta$ のうち、 $T_\delta = N T_i$ (N:1以上の整数)となるよう制限を与えることにより、従来技術において実施していたオフセット時間差 T_i の整数倍となるため、インパルス発生手段の構成が容易で実現し易い。また、後述するように受信装置側に遅延手段を設けるなどして性能を向上させる場合にも T_i の整数倍の遅延時間実現すればよいため簡易となり好適である。多値伝送ではシステムにより高精度なタイミング同期精度が要求されるが、本構成を用いれば要求されるタイミング同期精度を緩和することが容易にでき、好適である。

30

【0073】

(実施の形態4)

図14は、本発明の実施の形態4におけるUWB送受信装置のブロック構成図を示す。

【0074】

40

実施の形態4は、実施の形態1とは受信装置110において遅延手段19および加算手段20を加えた構成が異なり、実施の形態1と異なる点を中心に説明する。

【0075】

上記のように構成されたUWB送受信装置の動作について説明する。

【0076】

送信装置100は、実施の形態1と同様であるので説明は省略する。

【0077】

送信側で空中に輻射されたインパルス信号は受信アンテナ5において受信され、低雑音増幅手段6において増幅される。低雑音増幅手段6で増幅された信号は分岐され、後段の加算手段20にそのまま入力されるものと、遅延手段19を経由してから加算手段20に入

50

力されるように構成する。また、別に同期手段 10 にも入力され、送信側と同期させるようにタイムホッピング系列発生手段 9 を制御する。なお、低雑音増幅手段 6 の前段または後段に帯域通過フィルタを構成することも、信号対雑音比を向上させるためにも好適である。

【0078】

加算手段 20において、遅延手段 19 で遅延した信号と遅延していない信号とが加えられる。送信側における信号 0 と 1 とのオフセット時間差を $2T_i$ とした場合、遅延手段 19 の遅延時間は T_i とすると好適である。

【0079】

加算手段 20 の後段には乗算手段 7 が構成されており、送信側のタイムホッピング系列と同期したタイミングで検波用インパルス発生手段 8 から発生される検波用インパルス信号と乗算が行われる。ここで、検波用インパルス信号としては図 15 に示すような $2T_i$ のインパルス発生信号 1501 を出力するようにしておく。このようにインパルス発生時間を倍の $2T_i$ にすれば、送信側のタイムホッピング系列との同期精度が十分でない場合にも、乗算結果である相関値の劣化を少なくすることが可能となる。

10

【0080】

乗算手段 7 から後段は従来の技術と同様に、積分放電手段 11 においてタイムホッピング系列の周期の時間で積分放電を繰り返す。そして、判定手段 12 では放電のタイミングにおける積分値がスレッショルドよりも大きいか小さいかを判定して情報信号を復号する。

20

【0081】

本実施の形態では受信側で遅延させた信号と遅延させない信号とを加えているため、実施の形態 1 の場合の図 7 と異なり、信号が存在しない区間がなくなり、相関演算における熱雑音等の影響を削減することが可能となり、より高性能な UWB 送受信装置を実現できる。

【0082】

また、遅延手段を複数設けた図 16 に示す構成とすることも好適であり、遅延手段の個数を N 個 (N : 2 以上の整数) 、それぞれの遅延手段の遅延時間が $\{T_i, 2T_i, 3T_i, \dots, (N-1)T_i\}$ とし、この場合には送信側における情報信号 0 と 1 のオフセット時間差を NT_i としておき、検波用インパルス発生手段 9 において発生する検波用インパルス信号の発生時間を NT_i とすれば、さらに同期精度を許容することが可能となり、より広帯域な周波数帯域を使用する UWB 送受信装置の実現が容易となる。

30

【0083】

また、オフセット時間差を T_i の整数倍としない場合には遅延手段の遅延時間を T_i の整数倍に限定する必要はなく、最も性能が高い遅延時間とするようにすると好適である。

【0084】

(実施の形態 5)

図 17 は、本発明の実施の形態 5 における UWB 送受信装置のブロック構成図を示す。

【0085】

本発明の実施の形態 8 は、実施の形態 1 における UWB 送受信装置の構成図である図 1 の構成に加えて、シフト時間設定手段の前段にオフセット時間差制御 (T δ 制御) 手段 22 を設け、シフト時間設定手段 33 で調整するオフセット時間を制御する。

40

【0086】

次に、本発明の実施の形態 5 の動作について、実施の形態 1 と異なる点を中心に説明する。

【0087】

オフセット時間差制御手段 22 は、タイムホッピング系列発生手段 1 で発生したタイムホッピング系列のタイミングからの遅延時間 $T\delta$ を可変とするとシフト時間設定手段 33 を制御するものである。送信側では情報信号 0 を出力するタイミングと情報信号 1 を出力するタイミングの差を制御すればよい。

【0088】

50

一方、受信側では検波用インパルス信号の時間長を可変にさせる必要がある。図17において、検波用インパルス信号発生手段8をオフセット時間差制御手段22によって制御し、検波用インパルス信号の時間長を可変させるような構成としている。例えば、互いに異なる時間長のインパルス信号を発生することのできる手段を複数個容易しておき、遅延時間 $T\delta$ の大きさによってこれらを切り替えて乗算手段に入力するインパルス信号の時間長を変化させるように構成しても好適である。

【0089】

以上のことにより、マルチパス波が存在する時間的な位置がオフセット時間差と一致してしまうことによって誤り率が増加してしまうような場合にもオフセット時間差を変更することで、マルチパス波が存在する時間的位置とオフセット時間差が一致しなくなるため、誤り率の増加を防ぐことが可能となる。

10

【0090】

(実施の形態6)

図18は、本発明の実施の形態6におけるUWB受信装置のブロック構成図を示す。

【0091】

本発明の実施の形態6は、実施の形態5の構成に実施の形態4の遅延手段を複数設けた構成を組み合わせたもので、実施の構成5及び実施の形態4と異なる点を中心に説明する。

【0092】

図18は本発明を用いる実施の形態9を示し、図18において本発明のUWB受信装置は図16の構成に加えて、各々の遅延手段(19a, 19b, 19c, 19d)からのブランチのうち、送信側で設定したオフセット時間差の長さに応じて、加算手段20に入力すべきブランチを選択するブランチ選択手段21が設けられる。

20

【0093】

ブランチ選択手段21では、例えば、送信側におけるオフセット時間差を変化させる遅延時間 $T\delta$ の値が0であれば、加算手段20にはすべてのブランチ出力を入力しないようにし、 $T\delta$ が T_i であれば、19aのみを選択し、 $T\delta$ が $2T_i$ であれば19a, 19bを選択し、 $T\delta$ が $3T_i$ であれば19a, 19b, 19cまでを選択して加算手段20に入力するように制御するものである。

【0094】

このようにすることで、適応的に変化するオフセット時間差に応じて、最適な受信性能が得られるため好適である。

30

【0095】

(実施の形態7)

図19は、本発明の実施の形態7におけるUWB送受信装置のブロック構成図を示す。

【0096】

図19は、実施の形態5の図17の構成に加えて、受信装置110側で推定されたマルチパス波の時間的な位置およびその大きさを遅延プロファイルとして、送信装置100側に送信し、送信装置100側ではオフセット時間差制御手段22が伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段23からの出力に応じる構成したものである。

40

【0097】

受信装置110側でのマルチパス推定結果は送信装置100側へ他の情報信号などと共に多重化手段38で多重化され、変調手段39により変調されて、デュプレクサ40を介して送信されるような構成とすると好適である。マルチパス波の時間的な位置およびその大きさを推定するマルチパス推定手段23が設けられ、送信装置100側におけるオフセット時間差を適応的に変化させるオフセット時間差制御手段22が伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段23からの出力に応じるよう構成されている。

【0098】

マルチパス推定手段23では伝搬路のインパルス応答である遅延プロファイルを導出し、マルチパス波が存在する時間的な位置がオフセット時間差と一致するかどうかを確認し、一致してしまう場合には一致信号を出力するとともに、一致しないようなオフセット時間

50

差を出力して、送信装置 100 側のシフト時間設定手段 33 における遅延時間の設定値を変化させる。

【0099】

受信装置 110 側から送信装置 100 側への遅延プロファイルの伝達は、情報信号の伝達と共に送信されるような構成とし、受信装置 110 側では情報信号と共に送られた信号から情報信号と遅延プロファイルとを分離し、分離された遅延プロファイルを用いて、受信装置 110 側におけるインパルス発生タイミングもこの変化させたオフセット時間差に応じて変化させるよう、オフセット時間差制御手段 22 を制御する。

【0100】

遅延プロファイルの伝達には図 19 のように受信装置 110 側には情報信号と遅延プロファイル信号とを多重する多重化手段 38 と、多重化した信号を変調する変調手段 39 、受信信号と変調手段 39 からの出力である送信信号とを切替えるデュプレクサ 40 とを構成し、送信装置 100 側には送信信号と受信信号とを切替えるデュプレクサ 35 、デュプレクサ 35 の出力を復調する復調手段 36 、復調手段 36 の出力信号から、情報信号と遅延プロファイル信号とを多重分離する多重分離化手段 37 とを構成すると好適である。

10

【0101】

このような構成とすることで、マルチパス波の影響を最小限に抑えることが可能となり、高性能な無線通信装置を容易に実現できるという作用を有する。

【0102】

(実施の形態 8)

20

図 20 は、本発明の実施の形態 8 における UWB 送受信装置のブロック構成図を示す。

【0103】

本発明の実施の形態 8 の UWB 送受信装置は、実施の形態 6 の図 18 の構成に加えて、マルチパス波の時間的な位置およびその大きさを推定するマルチパス推定手段 23 が設けた構成であり、実施の形態 6 とことなるところを中心に説明する。そして、実施の形態 7 と同様に送信側におけるオフセット時間差を適応的に変化させる手段が、伝搬路で発生したマルチパス波を推定するマルチパス推定手段からの出力に応じるよう構成されおり、詳しい説明は省略する。

【0104】

マルチパス推定手段 23 において、マルチパス波が存在する時間的な位置がオフセット時間差と一致してしまうかどうかを推定し、一致してしまう場合には一致しないように送信側でオフセット時間差を変化させる。

30

【0105】

同時に、受信側におけるインパルス発生タイミングもこの変化させたオフセット時間差に応じて変化させるよう、オフセット時間差制御手段 22 を制御する。さらに、設定されたオフセット時間差の長さに応じて、加算手段 20 に入力すべきブランチを選択するブランチ選択手段 21 を制御する。

【0106】

このようにすることで、マルチパス波の影響を最小限に抑えることが可能となるうえに、適応的に変化するオフセット時間差に応じて、最適な受信性能が得られるため好適である
(実施の形態 9)

40

図 21 は、本発明の実施の形態 9 における UWB 送受信装置のブロック構成図を示す。

【0107】

本発明の実施の形態 12 の UWB 送受信装置は、実施の形態 8 の図 20 の構成に加えて、遅延手段における遅延量を適応的に変化させる手段を有しており、遅延手段 19a, 19b, 19c, 19d それぞれの遅延時間 T_a, T_b, T_c, T_d をそれぞれ推定したマルチパス波の時間的位置が情報信号と重ならないように制御するように構成したものである。実施の形態 8 の図 20 とは遅延手段の各々の遅延時間が T_i の整数倍に限定しないように構成したところが異なり、他の構成及びその動作については、前記記載と重複するので説明は省略する。

50

【0108】

この適応的な遅延により信号だけでなくマルチパス波の時間および位相を変化させることができるとなるため、レイク受信と同様な効果が上がるため、誤り率の小さい高性能な無線通信装置を実現できる。

【0109】

(実施の形態10)

図22は、本発明の実施の形態10におけるUWB送受信装置のブロック構成図を示す。

【0110】

本発明を用いる実施の形態13のUWB送受信装置は、実施の形態1の図1の構成に加えて、送信側において情報信号を誤り訂正符号化する手段24と、受信側において判定されたデータを誤り訂正復号化する手段25を設けたものであり、実施の形態1と異なるところを中心に説明する。

10

【0111】

誤り訂正符号手段24は、あらかじめ送信信号を冗長にしておき、受信装置側で誤りを訂正できるように誤り訂正符号化するものである。

一方、受信側の誤り訂正復号化手段25は、送り側で符号化された信号を復号化し、元の情報信号を得るものである。

【0112】

このように、誤り訂正符号化によって周波数利用効率は低下するものの、誤りによる再送等を含めたシステム全体のスループットは向上し、また、限られた送信電力において所要の符号誤り率を達成することが可能となり、有限な周波数資源を有効に使用することが可能となるという作用を有する。

20

【0113】

なお、誤り訂正符号化手段を実施の形態1の構成に付加した実施の形態について説明したが、これに限定されるものではなく、実施の形態2～9の構成に付加しても同様な効果を得ることができる。

【0114】

(実施の形態11)

図23は、本発明の実施の形態11におけるUWB送受信装置のブロック構成図を示す。

【0115】

30

本発明の実施の形態11のUWB送受信装置は、実施の形態1の図1の構成に加えて、送信側において情報信号の繰返し周期を制御する繰返し数制御手段26と、受信側において積分放電手段11の積分区間を制御する手段27とが設けたものであり、実施の形態1と異なるところを中心に説明する。

【0116】

実施の形態1では情報信号の繰り返し数はタイムホッピング系列の周期と同じであり、一定としていたが、本実施の形態では情報信号の繰り返し数を制御する繰返し数制御手段26によって情報信号の繰り返し数を変化させる。送信側における繰り返し数変化に対応して、受信側においては積分放電手段11の積分区間を制御する手段27を設け、送信側における繰り返し数分だけ積分するよう積分区間を制御する。

40

【0117】

このような構成とすることで、伝搬路状態が良好で誤り率が低い場合には情報信号の繰り返し周期を短くし、伝送速度を高速化させることができるとなる。繰り返し周期は伝搬路状態の状況に応じて適応的に制御すると好適である。

【0118】

なお、繰り返し制御手段26及び積分区間制御手段27を実施の形態1の構成に付加した実施の形態について説明したが、これに限定されるものではなく、実施の形態2～9の構成に付加しても同様な効果を得ることができる。

【0119】

(実施の形態12)

50

図24は、本発明の実施の形態12におけるUWB送受信装置のブロック構成図を示す。

【0120】

本発明の実施の形態15のUWB送受信装置は、実施の形態1の図1の構成に加えて、送信側において情報信号を畳込み符号化する畳込み符号化手段28と、受信側において積分放電手段11からの出力を入力とし、軟判定ビタビ復号するビタビ復号手段29とを設けたもので、実施の形態1と異なるところを中心に説明する。

【0121】

本実施の形態では、畳込み符号化手段28において情報信号を畳込み符号化して送信し、受信側では積分放電手段11からの出力信号を軟判定ビタビ復号手段29に入力し、軟判定ビタビ復号を行う。

10

【0122】

このような構成とすることで積分放電手段出力をいったん硬判定した後に硬判定ビタビ復号するよりも誤り率の小さい復号が可能となり、高性能な通信が可能となる。

【0123】

なお、畳込み符号化手段28及びビタビ復号手段29を実施の形態1の構成に付加した実施の形態について説明したが、これに限定されるものではなく、実施の形態2～9の構成に付加しても同様な効果を得ることができる。

【0124】

(実施の形態13)

図25は、本発明の実施の形態13におけるUWB送受信装置のブロック構成図を示す。

20

【0125】

本発明の実施の形態13のUWB送受信装置は、実施の形態1の図1の構成に加えて、送信側において情報信号をターボ符号化する手段30と、受信側において積分放電手段11からの出力を入力とし、ターボ復号する手段31とが設けたものであり、実施の形態1と異なるところを中心に説明する。

【0126】

本実施の形態ではターボ符号化手段30において情報信号をターボ符号化して送信し、受信側では積分放電手段11からの出力信号をターボ復号手段29に入力し、ターボ復号を行う。

30

【0127】

このような構成とすることで、積分放電手段からの出力をいったん硬判定した後に復号するよりも誤り率の小さい復号が可能となり、高性能な通信が可能となる。ターボ復号により、回路規模が増大し復号遅延が生じるもの、ビタビ復号よりも低い誤り率特性が得られるため好適である。

【0128】

なお、ターボ符号化する手段30及びターボ復号する手段31を実施の形態1の構成に付加した実施の形態について説明したが、これに限定されるものではなく、実施の形態2～9の構成に付加しても同様な効果を得ることができる。

【0129】

なお、図26は、前述までの構成に加えて、受信側において積分放電手段出力をアナログ／デジタル変換する手段32が設けたものである。

40

【0130】

これにより硬判定誤り訂正復号化よりも軟判定誤り訂正復号化の方が誤り訂正能力は向上する。ビタビ復号やターボ復号を行う際、誤り訂正信号処理を実施するのに適したデジタル信号に変換することで、容易に誤り率の小さい復号が可能となる。

【0131】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、UWB送受信装置において、送信側で情報信号0と1とのオフセット時間差を送信インパルス信号の発生時間よりも長くしておき、受信側の検波用インパルス信号の発生時間もこれに対応して長くすることで、システムとして要求される

50

タイミング同期精度を緩和することができ、高性能なUWB伝送を小型で安価なデバイスによって実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の実施の形態1におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図2】従来技術における送信側インパルス信号の概略を示す図
- 【図3】従来技術における受信側検波用インパルス信号の概略を示す図
- 【図4】本発明の実施の形態1における受信側検波用インパルス信号の概略を示す図
- 【図5】本発明の実施の形態1における従来の送信信号のタイミングの概略を示す説明図
- 【図6】本発明の実施の形態1の送信信号のタイミングの概略を示す説明図
- 【図7】本発明の実施の形態1を説明するための乗算手段へ入力される二つの信号の波形の概略を示す説明図
- 【図8】本発明の実施の形態2におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図9】本発明の実施の形態2を説明するための従来の受信側検波用インパルス信号の例の概略を示す図
- 【図10】本発明の実施の形態2の受信側検波用インパルス信号の例の概略を示す図
- 【図11】本発明の実施の形態2を説明するための乗算手段へ入力される二つの信号の波形の概略を示す説明図
- 【図12】本発明の実施の形態3におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図13】本発明の実施の形態3を説明するための本発明の受信側検波用インパルス信号の例の概略を示す図
- 【図14】本発明の実施の形態4におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図15】本発明の実施の形態4を説明するための乗算手段へ入力される二つの信号の波形の概略を示す説明図
- 【図16】本発明の実施の形態4における遅延手段を複数設けたUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図17】本発明の実施の形態5におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図18】本発明の実施の形態6におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図19】本発明の実施の形態7におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図20】本発明の実施の形態8におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図21】本発明の実施の形態9におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図22】本発明の実施の形態10におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図23】本発明の実施の形態11におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図24】本発明の実施の形態12におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図25】本発明の実施の形態13におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図26】本発明の実施の形態13におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図
- 【図27】従来技術におけるUWB送受信装置の構成を示すブロック構成図

【符号の説明】

- 1 タイムホッピング系列発生手段
- 2 インパルス発生手段
- 3 電力増幅手段
- 4 送信アンテナ
- 5 受信アンテナ
- 6 低雑音増幅手段
- 7 乗算手段
- 8 インパルス発生手段

10

20

30

40

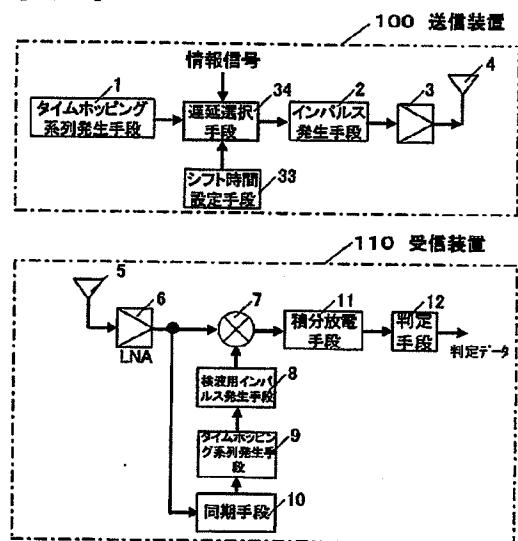
50

9 タイムホッピング系列発生手段
 10 同期手段
 11 積分放電手段
 12 判定手段
 13 閾値設定手段
 14 M値判定手段
 15 S/P変換手段
 16 サンプリング手段
 17 最大値判定手段
 18 デマッピング手段
 19 遅延手段
 20 加算手段
 21 ブランチ選択手段
 22 オフセット時間差制御手段
 23 マルチパス推定手段
 24 誤り訂正符号化手段
 25 誤り訂正復号化手段
 26 繰返し数制御手段
 27 積分区間制御手段
 28 叠込み符号化手段
 29 軟判定ビタビ復号手段
 30 ターボ符号化手段
 31 ターボ復号化手段
 32 アナログ/デジタル変換手段

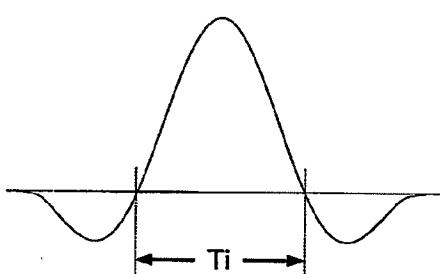
10

20

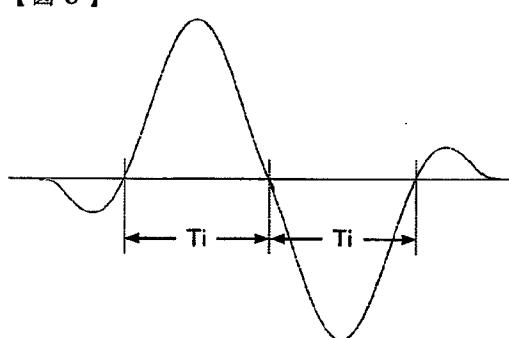
【図1】



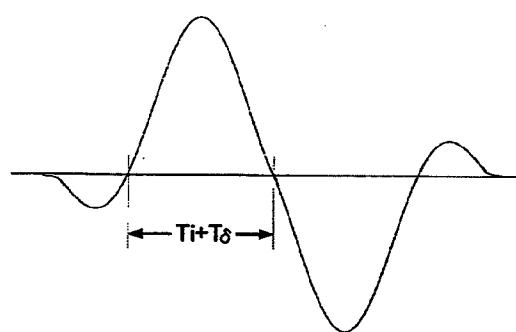
【図2】



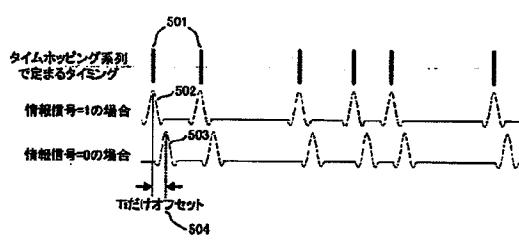
【図3】



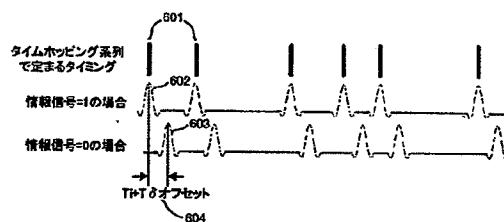
【図 4】



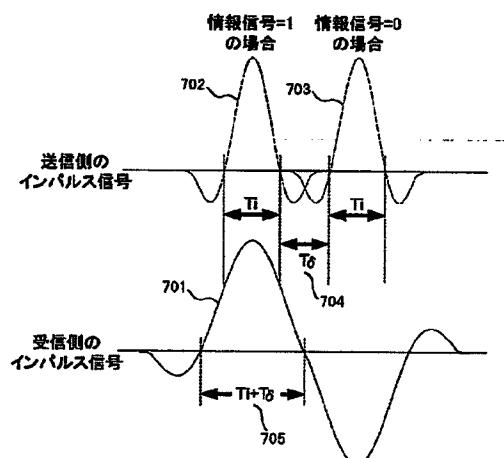
【図 5】



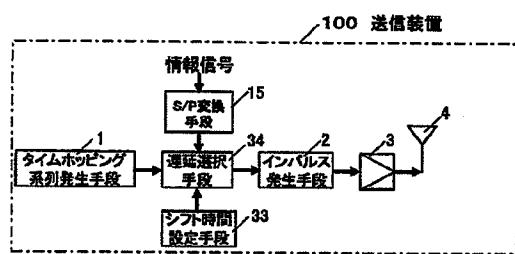
【図 6】



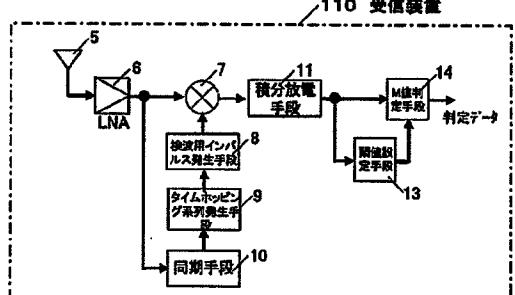
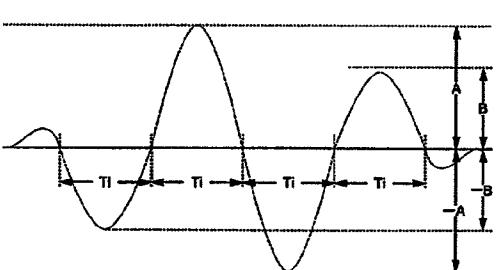
【図 7】



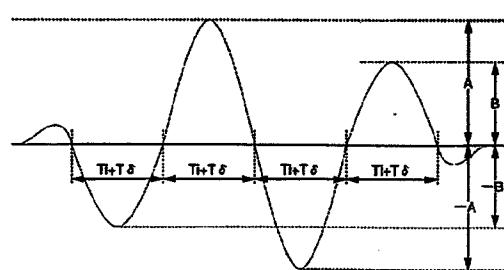
【図 8】



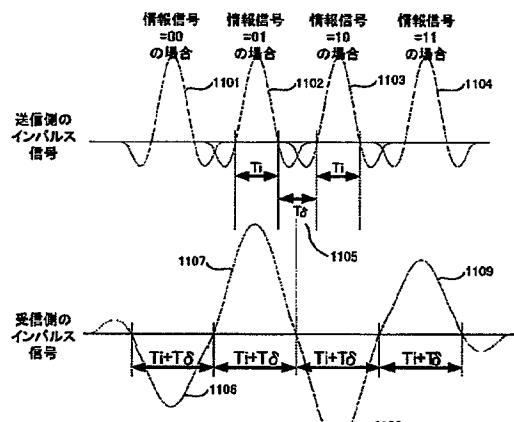
【図 9】



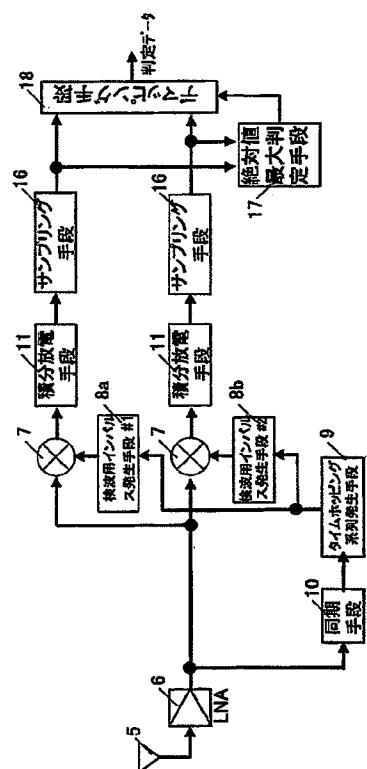
【図 10】



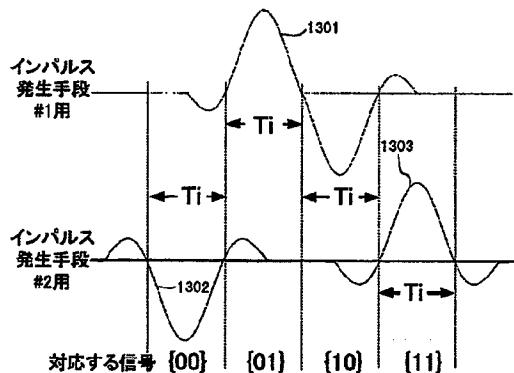
【図 1 1】



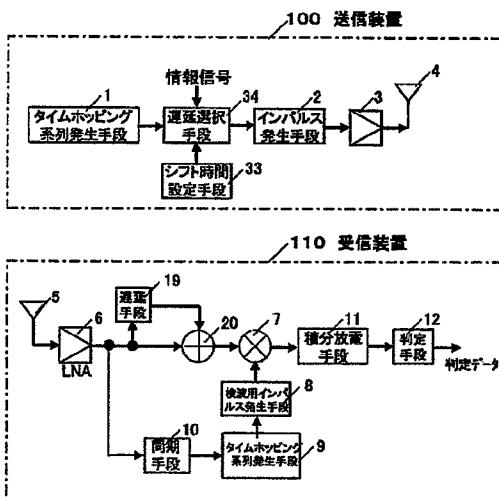
【図 1 2】



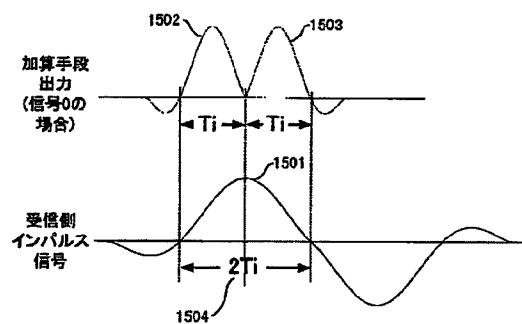
【図 1 3】



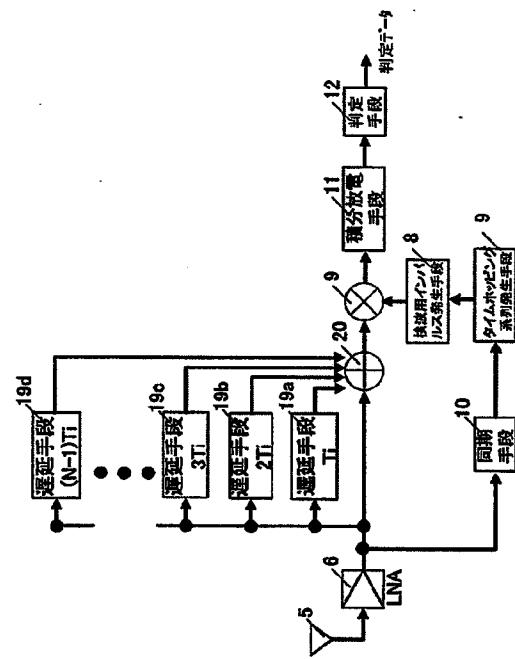
【図 1 4】



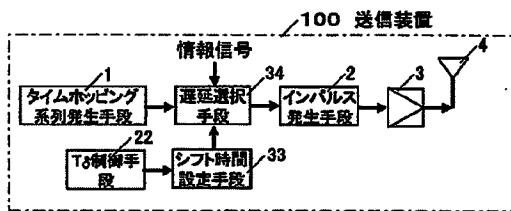
【図15】



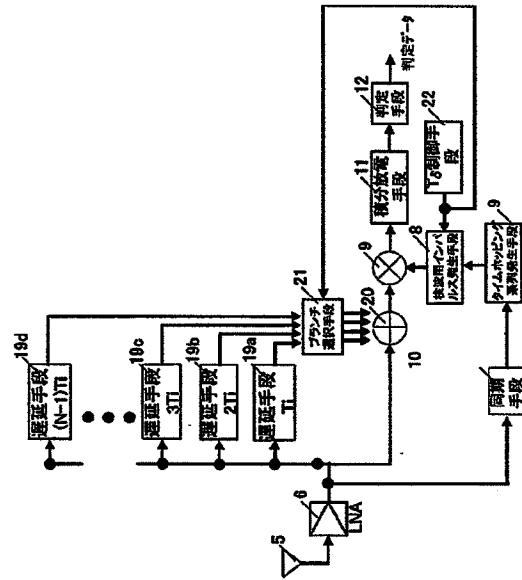
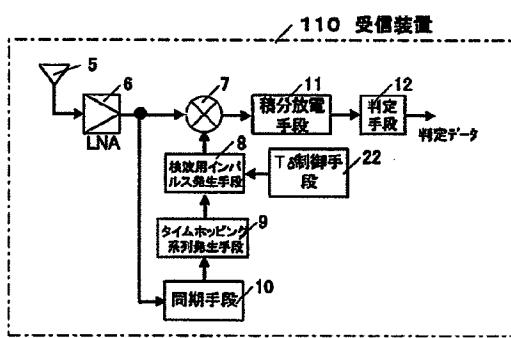
【図16】



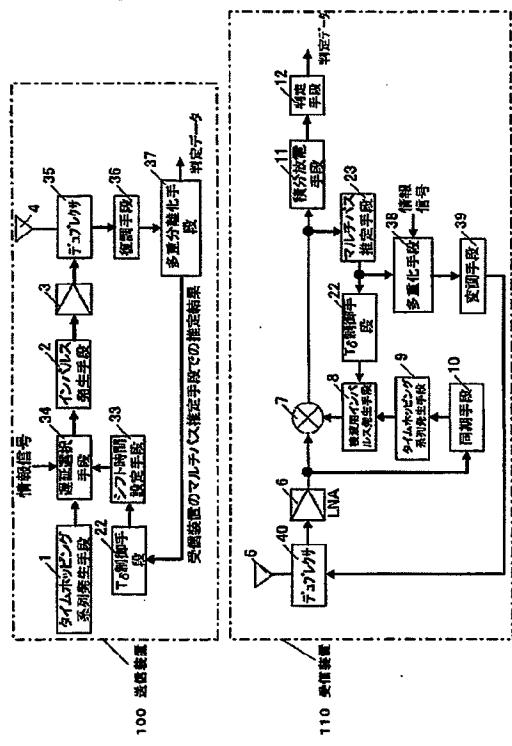
【図17】



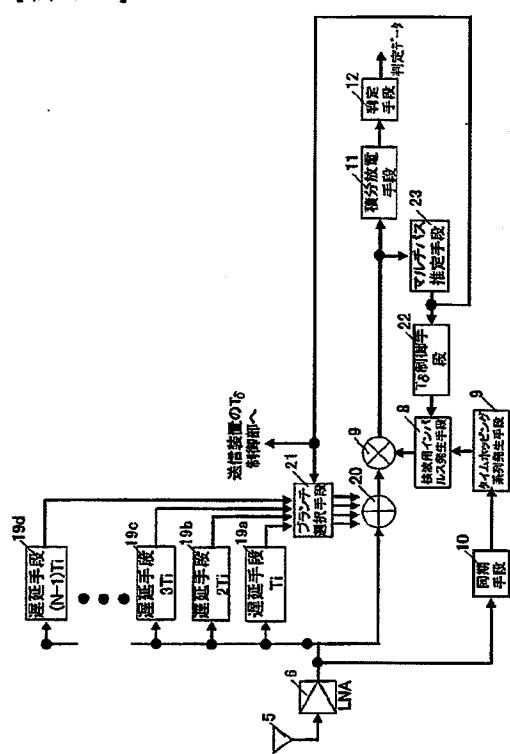
【図18】



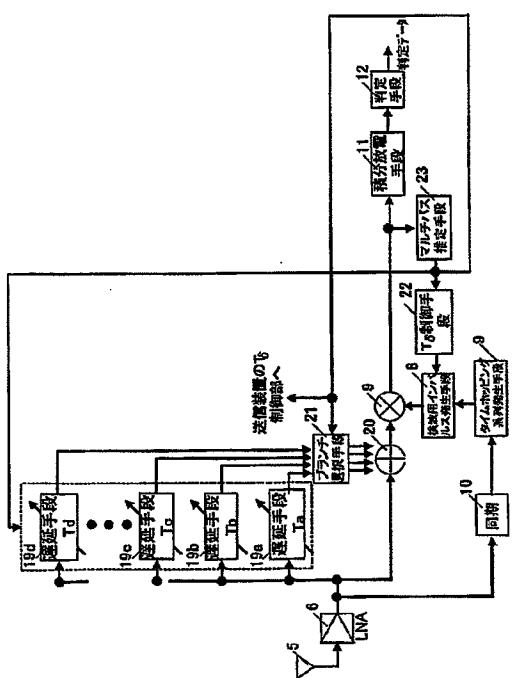
【図 19】



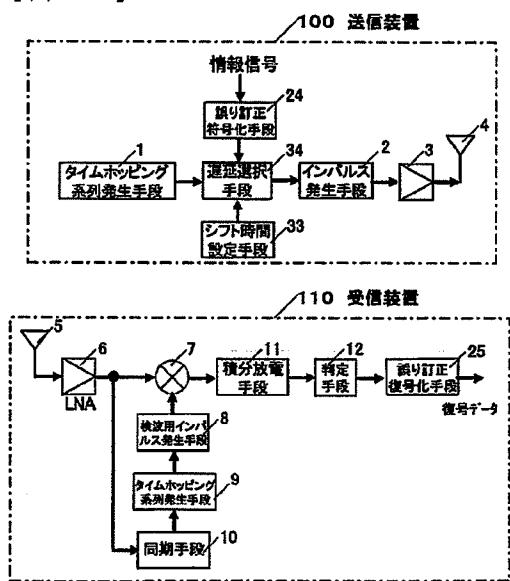
【図 20】



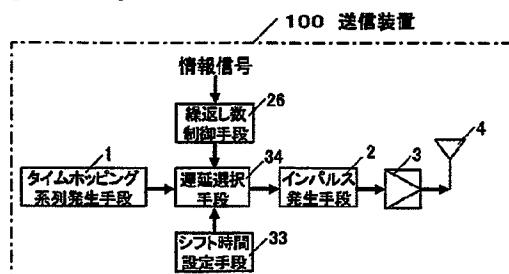
【図 21】



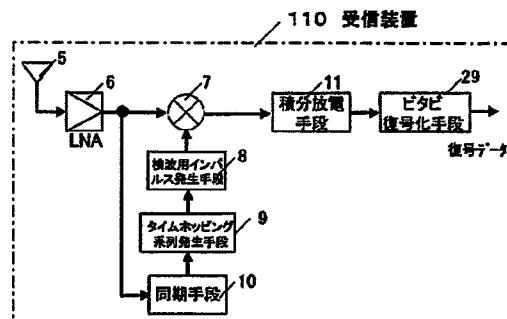
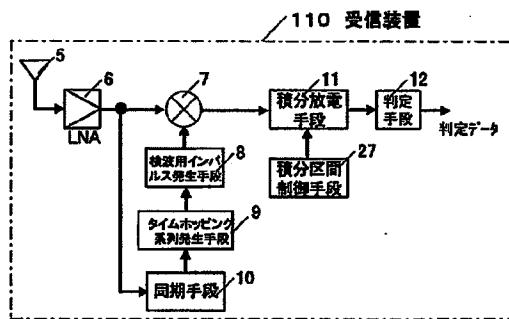
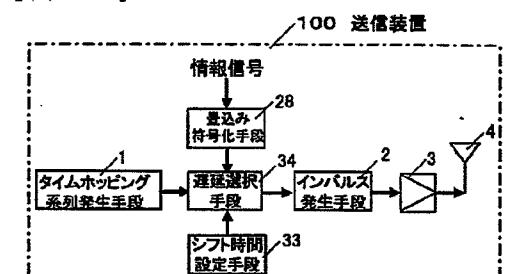
【図 22】



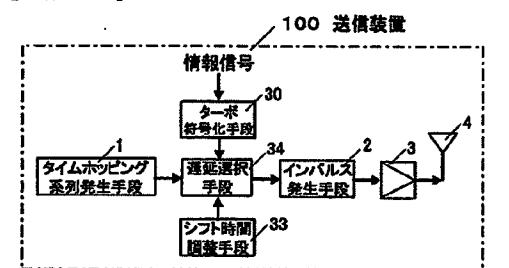
【図23】



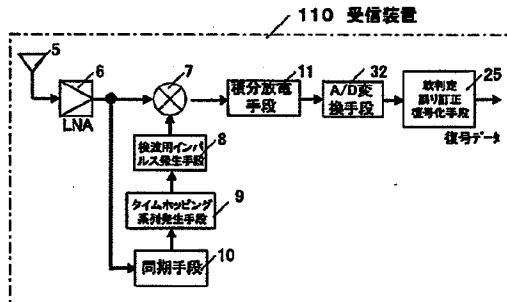
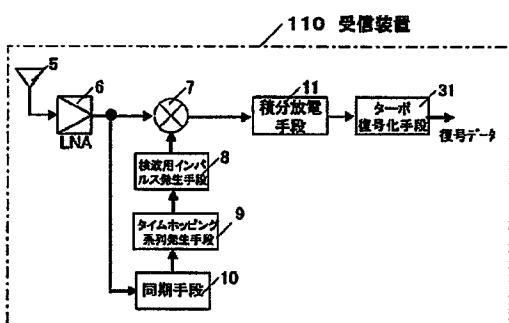
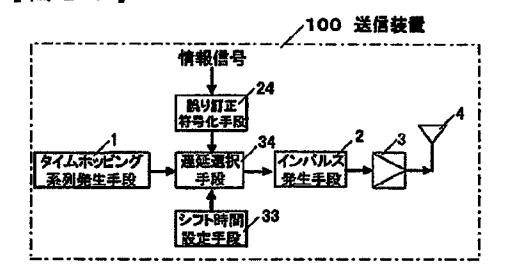
【図24】



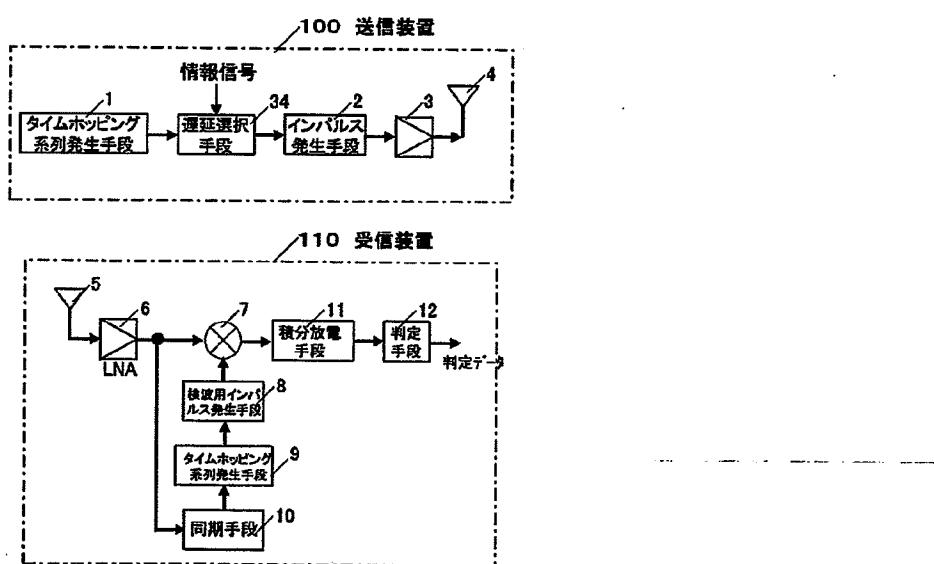
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 裕理
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 河合 廉士
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
Fターム(参考) 5K022 FF00
5K029 AA03 AA11 EE11 LL08